

Steffi Beckhaus

## Zwischen real und digital: Intuitive, reichhaltige und freudvolle Schnittstellen

2009

<https://doi.org/10.25969/mediarep/12472>

Veröffentlichungsversion / published version

Sammelbandbeitrag / collection article

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Beckhaus, Steffi: Zwischen real und digital: Intuitive, reichhaltige und freudvolle Schnittstellen. In: Manfred Bogen, Roland Kuck, Jens Schröter (Hg.): *Virtuelle Welten als Basistechnologie für Kunst und Kultur? Eine Bestandsaufnahme*. Bielefeld: transcript 2009, S. 37–53. DOI: <https://doi.org/10.25969/mediarep/12472>.

### Erstmalig hier erschienen / Initial publication here:

<https://doi.org/10.14361/9783839410615-003>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Creative Commons - Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 3.0 Lizenz zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu dieser Lizenz finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>

### Terms of use:

This document is made available under a creative commons - Attribution - Non Commercial - No Derivatives 3.0 License. For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>

## Zwischen real und digital: Intuitive, reichhaltige und freudvolle Schnittstellen

### 1 Der Mensch, die Schnittstelle und die virtuelle Welt

Ein Mensch kann mit dem Computer nur über dessen Ein- und Ausgabeschnittstellen in Kontakt treten. Virtuelle Welten, unabhängig ob es sich um 3D Repräsentationen der realen Welt im Museums- und Kulturkontext oder um Spiele, Internet oder Office Anwendungen handelt, werden hauptsächlich visuell abgebildet und Interaktionen mit ihnen über Handeingabegeräte ermöglicht. Dies gilt auch für die meisten Systemkonfigurationen: Desktop Systeme (PCs) unterscheiden sich nicht wesentlich in ihren Ein- und Ausgabemodalitäten von einem Großteil der Systeme, die immersive Virtuelle Realitäten (VR) projizieren. Standard ist, dass die meisten virtuellen Welten sowohl bei PCs als auch in der VR nur über das Auge wahrgenommen und über die Finger bzw. die Hand beeinflusst werden.

*Der Mensch als Rezipient und Akteur in der realen wie in der virtuellen Welt ist jedoch ein multisensorisches Wesen mit vielfältigen Fähigkeiten zur Rezeption und Aktion.*

Unter diesem Blickwinkel beschäftigt sich die aktuelle Forschung am im.ve Labor des Departments Informatik der Universität Hamburg damit, Basistechnologien für virtuelle Welten zu erforschen und prototypisch Schnittstellen zu entwickeln, welche neben Funktionalität auch ein umfassendes, freudvolles und reichhaltiges Erlebnis des Menschen ermöglichen.

Dieser Beitrag motiviert zunächst unseren Ansatz reichhaltige Schnittstellen zu entwickeln. Er diskutiert menschliche Wahrnehmung der realen Welt im Unterschied zum Erleben virtueller Welten und die Rolle, die eine Schnittstelle in der Vermittlung zwischen beiden Welten spielt. Anschließend zeigen zwei Projekte beispielhaft, was mit intuitiv, freudvoll und reichhaltig gemeint ist. Beide wurden im Rahmen unserer Forschung zu *interactive experiences* entwickelt. Das erste Beispiel behandelt das ChairIO, eine sitzbasierte Schnittstelle zur Steuerung der Bewegung durch virtuelle Welten. Das zweite Beispiel zeigt anhand der GranulatSynthese Installation Möglichkeiten multisensorischer Steuerung interaktiver Tische. Beide Ansätze verbinden auditive, haptische und kinästhetische Elemente im realen Raum mit elektronischen Daten und virtuellen Welten im Computer.

## 1.1 Unsere Wahrnehmung der realen, materiellen Welt

Die Welt um uns herum liefert uns reichhaltige sensorische Eindrücke. Wir sehen, hören, fühlen, riechen und schmecken – und das gleichzeitig und jederzeit.

Unsere bewusste Aufmerksamkeit ist dabei oft auf nur einen Ausschnitt dieses Angebots gerichtet. Wenn wir beispielsweise ein Buch lesen, dann fokussieren wir hauptsächlich auf die geschriebenen Worte, auf Sätze und deren Bedeutung. Visuell erfassen wir die Buchstaben und mental tauchen wir in die Erzählung ein. Dennoch beeinflusst das materielle Buch selbst unser Erleben: wir fühlen das Taschenbuch, den Folianten, sein Gewicht. Wir riechen die Blätter des alten oder neuen Buches und hören das Rascheln der Seiten beim Umblättern. Zur gleichen Zeit nehmen wir wahr, wie und worauf wir sitzen oder stehen, ob die Luft um uns herum warm oder kühl ist und in welcher Umgebung wir uns befinden. Zusammen mit vielen anderen sensorischen, kontextbezogenen und emotionalen Komponenten bestimmen diese Eindrücke potentiell unser Erleben – selbst wenn diese Informationen teilweise unwichtig sind oder unterbewusst wahrgenommen werden.

Worauf wir unsere Aufmerksamkeit lenken wollen, entscheiden wir persönlich in jedem Moment erneut und auf Basis des zur Verfügung stehenden Angebots und des aktuellen Interesses: auf die Geschichte im Buch, auf das Layout, auf Bilder oder auf Personen, die gerade den Raum betreten haben. Diese Entscheidungsfreiheit versucht ein Autor zu lenken, indem er Inhalt oder Präsentation optimiert; verhindern kann er sie jedoch nicht. *Als aktive Teilnehmer in der realen wie der virtuellen Welt entscheiden wir frei und unerzwingbar, was wir aus der gegebenen Vielfalt eines Angebotes zu jeder Zeit wahrnehmen wollen.*

## 1.2 Die programmierte virtuelle Welt

Die virtuelle Welt ist, im Gegensatz zur realen Welt, ein programmiertes geistiges Produkt. Sie ist in ihrer Beschreibung nicht materiell, sieht man von dem binären Code auf dem Speichermedium ab. Sie bleibt solange eine Vision, eine Idee, bis sie abgebildet wird. Materiell erfahrbar ist sie selbst jedoch nicht.

Damit also virtuelle Dinge berührbar, greifbar, beweglich, modifizierbar werden, muss dies zunächst explizit programmiert werden.<sup>1</sup> Jedes Objekt, jede Materialeigenschaft, jedes Verhalten unter Berücksichtigung der physikalischen Gesetze muss erfasst und beschrieben werden. Die Vielfältigkeit, die wir in der realen Welt gewohnt sind, muss in der virtuellen Welt zunächst datentechnisch hinterlegt werden, damit sie anschließend für die aktuelle Situation aufbereitet und dem Menschen vermittelt werden kann.

---

1 Schröter beschreibt dieses ausführlich in seinem Kapitel (S. 25ff.)

### 1.3 Die Schnittstelle als (einziger) Kontakt zur virtuellen Welt

Die virtuelle Beschreibung, die diskret oder funktional im Computer vorliegt, muss also erlebbar gemacht werden. Wie perfekt auch immer die virtuelle Welt ausgedacht und dann modelliert sein mag, ihre Abbildung kann nur so gut sein, wie die eingesetzten Systeme. Sie ist abhängig von der Art, Qualität und Beschaffenheit der vermittelnden Displays, der Interaktionsgeräte und der Interaktionstechniken. Die Vermittlung der virtuellen Welt und ihre Abbildung auf die real erfahrbare Welt übernehmen in der Regel die zuvor beschriebenen Schnittstellen. Dies sind beispielsweise in Desktop Systemen ein Monitor für die visuelle Ausgabe, Maus und Keyboard für die Steuerung der Anwendung. Selbst technologisch fortgeschrittene Varianten immersiver stereo-projizierter Displays wie CAVE™, i-Cone™ oder ähnliche den Benutzer umgebende Installationen fokussieren auf visuelle Displays. Die immersiven Systeme werden gesteuert von standardisierten Hand-Eingabegeräten wie einem Flying Joystick. Akustische oder haptische Displays existieren, werden aber nur von Fall zu Fall eingesetzt.

Technische Einschränkungen in der Abbildung, beispielsweise Einschränkungen in Qualität, Auflösung, Wiederholrate, Verzögerung, Blickfeld, dem Interaktionsraum oder den unterstützten Modalitäten, beeinträchtigen auch unser Erleben erheblich. Wenn nur visuelle Informationen verfügbar gemacht werden, kann das Erleben der virtuellen Welt auch nur über den visuellen Sinneskanal erfolgen. Der technische Anteil der Display- und Interaktionsgeräte ist allerdings voll-sensorisch erfahrbar durch deren Geräusche, Wärme und Vibrationsentwicklung. Um die Aufmerksamkeit voll auf die präsentierte virtuelle Welt richten zu können und die wichtigsten inhaltlichen Informationen durchzulassen, bedarf es eines bewussten Ausblendens dieser oft dominanten Störungen.

Insgesamt kann man sagen, dass ein Computer mit den aktuellen technischen Möglichkeiten bislang eine nur sehr eingeschränkte Abbildung der Welt erreicht. Mit dem momentanen Stand der Technik kann keine voll-sensorischer interaktive virtueller Welten abgebildet werden und die Umsetzung der Vision von StarTrek's Holodeck ist weit entfernt. Der Fokus aktueller Forschung im Bereich VR lässt auch nicht auf eine schnelle Entwicklung hoffen. Grundsätzlich ist überhaupt fraglich, ob ein Holodeck das letztendliche Ziel der Entwicklung virtueller Welten sein muss.<sup>2</sup>

### 1.4 Perspektiven und Möglichkeiten

Anders, als die technische Betrachtungsweise der letzten beiden Abschnitte, sähe die Sichtweise aus der Perspektive eines Menschen aus, der, wie im Abschnitt 1.1 untersucht wurde, mit all seinen Sinnen und Fähigkeiten arbeiten und erleben

---

2 Vgl. mit dem Kapitel von Schröter (S.27)

möchte. Aktuelle Schnittstellen sind weit davon entfernt, dem Menschen das Angebot an Informationen zu vermitteln, das er von seinem sonstigen Erleben in der realen Welt gewohnt ist. Dieses eingeschränkte Angebot an Schnittstellen oder deren Erlebnisqualität stellen auch aktuelle Anwendungsentwicklungen meist nicht in Frage. Selbst Design Methoden, die den Menschen in den Mittelpunkt der Entwicklung stellen<sup>3</sup>, hinterfragen meist nicht die Standardkonfigurationen und -benutzung der aktuellen Systeme, die in der Regel den Menschen, die Schnittstelle und die virtuelle Welt sauber trennen und eine Erfahrung der virtuellen Welt oder ihrer Steuerung nur von der Ferne und als geistige Übung zulassen. Die virtuelle Welt muss im Kopf entstehen, da sie nicht wie die reale Welt über die Sinne erfahrbar ist. Sie wird dadurch auch nur geistige Qualitäten annehmen können und negiert die voll-sensorischen Fähigkeiten und möglichen Bedürfnisse des Menschen. Hier ist die materielle Welt im Vorteil: Alles *Materielle* um uns herum präsentiert sich uns *unmittelbar, vollständig* und *reichhaltig*, während alles Virtuelle erst programmiert und abgebildet werden muss und die Abbildung selber neue unerwünschte Reize hinzufügt.

Da Computerarbeit allgegenwärtig in Beruf und Freizeit unser Leben bestimmt und immer öfter auch das Lernen und Arbeiten in virtuelle Welten verlagert wird, lohnt sich das Nachdenken über Alternativen.

Eine Möglichkeit wäre das bewusste Einbeziehen der realen Welt in die Installation und Interaktion. Hierdurch wird das Erleben für den Menschen automatisch sensorischer, potentiell intuitiver und bedienbarer. Während die virtuelle Welt lediglich durch die Vermittlung einer Schnittstelle mit deren eingeschränkten programmierten Möglichkeiten erfahren wird, sind alle Objekte der realen Welt automatisch voll präsent, multimodal und multisensorisch. Zugrunde liegt die Idee, Technik nicht nur als einen Vermittler und als potentielles Hindernis zu sehen, sondern Technik und reale, wirkliche, materielle Gegenstände aktiv mit in das Erleben der virtuellen Welt zu integrieren. Mit Bewegungssensoren in aktuellen mobilen Geräten und weiteren fortschrittlichen Technologien haben wir heute großes Potential, dem Computer wieder jene Beschränkungen zu nehmen, die ihm die Reduktion auf Auge und Hand auferlegt hat<sup>4</sup>. Indem man aktiv mit allen Komponenten umgeht und diese zu einem Gesamterlebnis komponiert, hat man die Möglichkeit multisensorische und multimodale Informationen zu vermitteln, ohne diese selbst in der virtuellen Welt modellieren zu müssen.

---

3 Vgl. User Centered Design in Rubin: Handbook of Usability Testing.

4 Dies gilt gleichermaßen für PC wie VR Systeme, obwohl die technologischen Möglichkeiten theoretisch durch die Tracking Geräte in VR Systemen vorher schon bestanden haben, jedoch vermutlich auch aus Kostengründen nicht konsequent eingesetzt wurden.



Abbildung 1: Das ChairIO als Spiele Device mit einem zusätzlichen Handeingabegerät. Rechts sind die Bewegungs- und damit Steuermöglichkeiten des ChairIO's dargestellt. Hier wird der Swopper™ from aeris-Impulsmöbel GmbH als Basisstuhl des ChairIO eingesetzt.

Die folgenden zwei Beispiele demonstrieren erste Möglichkeiten in diese Richtung. Das erste befasst sich direkt mit der Steuerung virtueller Welten während das zweite neue mögliche Interaktionsparadigmen auf interaktiven Tischen aufzeigt.

## 2 Das ChairIO – Steuerung in virtuellen Welten

Ein Beispiel für eine Computerschnittstelle, die gleichermaßen für Desktop Systeme und große Projektionen eingesetzt werden kann, ist das ChairIO. Es steuert intuitiv die Bewegung durch virtuelle Welten und bietet gleichzeitig ein reichhaltiges Bewegungserlebnis für den Akteur selbst.

Das ChairIO ist eine sitzbasierte Computerschnittstelle, die aus einem mit Sensoren ausgestatteten beweglichen Bürohocker besteht. Die Sensoren nehmen die Bewegung des Hockers auf und übermitteln sie an den Computer. Der Computer übersetzt dann diese Informationen beispielsweise in Bewegung in einer 3D Welt oder in Steuerungsinformation für Spiele oder GoogleEarth. Abb. 1 zeigt das ChairIO im Einsatz als Steuerung eines Spiels.<sup>5</sup>

5 Das ChairIO als Steuerungsgerät eines First-Person-Shooter Spiels wird ausführlich beschrieben in Beckhaus/Blom/Haringer: A new gaming device for a First-Person-Shooter und allgemeiner in Beckhaus/Blom/Haringer: ChairIO – the Chair-Based Interface.

## 2.1 Die Steuerung virtueller Welten mit einem Stuhl

Als Stuhl verwenden wir den Swopper™ von der Firma Aeris.<sup>6</sup> Dieser Bürostuhl hat eine bewegliche Mittelsäule, die federnd gelagert ist. Er funktioniert also vergleichbar einem stossdämpfer-gefedertem Joystick, auf dem man selbst sitzt. Man kann den Stuhl in beide horizontale Richtungen dynamisch auslenken und gleichzeitig auf ihm auf- und ab-federn. Die Sitzfläche rotiert frei, Feder und Gelenk des Stuhls können eingestellt und individuell für jede Person in Höhe und Dämpfung angepasst werden.

Ein solcher Stuhl ist ein idealer Kandidat, um Bewegung in virtuellen Welten zu vermitteln. Bewegung durch eine virtuelle Welt bedeutet für den Computer die Steuerung des Blickpunktes des Benutzers innerhalb der 3D Welt. Dazu braucht er zwei Fähigkeiten: einerseits das Umschauen – man steht an einem Punkt und dreht sich um die eigene Achse – und andererseits die Veränderung des Standortes – man bewegt sich auf der Bodenfläche vorwärts, rückwärts, seitwärts und gegebenenfalls auch auf und ab. Man benötigt als Benutzer also sowohl Kontrolle über die Rotation als auch über mehrere Richtungen.

Das ChairIO auf Basis des Swoppers unterstützt genau diese Freiheitsgrade durch die Auslenkung des Hockers und die Rotation der Sitzfläche. Schiebt man die Sitzfläche des Stuhles leicht vorwärts oder rückwärts, so bewegt man sich in der virtuellen Welt nach vorne oder nach hinten. Schiebt man sie leicht nach links oder rechts, bewegt man sich nach links oder rechts. Rotiert man den Sitz in die eine oder andere Richtung, dreht man sich in der virtuellen Welt so lange, bis der Stuhl wieder in die Geradeausrichtung zurückgestellt wird. Das funktioniert sowohl mit minimaler als auch mit starker Bewegung. Je weiter eine Auslenkung erfolgt, desto schneller bewegt man sich oder rotiert man. Man kann den Stuhl lediglich durch Hüftbewegungen steuern, muss daher nicht den ganzen Oberkörper einsetzen, wenn man dies nicht möchte. Man kann aber auch den ganzen Körper einsetzen und dynamisch mit dem Stuhl mitgehen.

Alle beschriebenen Bewegungen funktionieren auch in Kombination. Ein schnelles Kurven fahren, ein Sliding, entsteht durch Neigung des Stuhls um 45 Grad nach vorne und zur Seite und gleichzeitiges Rotieren der Sitzfläche. Körperlich bewegt man die Hüfte einfach tangential zur Bewegungsrichtung, ähnlich wie beim Skifahren. Das Sliding durch die virtuelle Welt fühlt sich also ähnlich einer vergleichbaren Bewegung in der realen Welt an, bei der man durch die Fliehkraft in diese Richtung gedrückt werden würde.

---

6 aeris-Impulsmöbel GmbH: Der Swopper™.

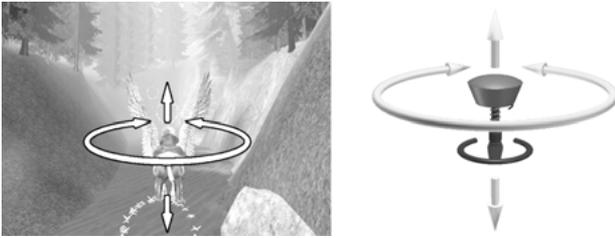


Abbildung 2: Vogelflug mit dem ChairIO. Das linke Bild zeigt die Ansicht des Spiels mit den eingezeichneten Steuerungsmöglichkeiten: Orientierung und Flügelschlag. Das rechte Bild zeigt die zugehörige Abbildung der Parameter auf das ChairIO.

## 2.2 Das Erlebnis

Neben den technischen Aspekten zeigt sich hier, wie das Erleben des Benutzers beim Steuern durch die virtuelle Welt beeinflusst wird :

- Die aktuelle Position des Stuhls wird im Sinne eines passiven Feedbacks über die eigene Körperposition zurückvermittelt an den Benutzer.
- Der Akteur sitzt auf dem Stuhl, kontrolliert die Bewegung des Stuhles mit seinem ganzen Körper und verschmilzt so mit Schnittstelle und Interaktion zu einem harmonischen Ganzen. Die Bewegung selbst ist harmonisch und dynamisch und wurde bereits mit Sambatanzen verglichen.
- Die Bewegung des Stuhls bringt den ganzen Körper bis in die Fußspitzen in Schwung und fördert die Beweglichkeit. Der Swopper™ selber ermöglicht erst diese Art der Bewegung. Der Einsatz in Kombination mit dem Computer fördert und motiviert diese Bewegung dann aktiv. Statt über Stunden krumm vor dem Bildschirm des Computers zu sitzen und nur die Finger zu bewegen, wird hier der ganze Mensch aktiv gefordert und in seinem Bewegungstrieb unterstützt.

Der Benutzer verschmilzt also mit der Bewegung durch den virtuellen Raum bzw. der Steuerung der Bewegung im realen Raum. Er ist Teil der Installation, erhält direktes Feedback und hat ein Erlebnis sowohl in der virtuellen Welt in Form einer visuell vermittelten Reaktion jener Welt als auch in der realen Welt durch das passive Feedback des Stuhls und die eigene Körperposition.

Das ChairIO wurde von uns in verschiedensten Anwendungen zur Steuerung von virtuellen Welten und Spielen eingesetzt.<sup>7</sup> Ein Beispiel, das einen Aspekt des möglichen Erlebens gut beschreiben kann, ist die Simulation eines Vogelfluges. Wir benutzten dazu eines der In-Game Spiele in „Harry Potter und der Gefangene von Azkaban™“ (EA Games), bei dem der Nutzer normalerweise durch

7 Vgl. Beckhaus/Blom/Haringer: ChairIO – the Chair-Based Interface.

Tastaturanschläge den Flügelschlag eines Hippogriffs und dessen Orientierung steuert. Harry, in dem Fall der Benutzer selbst, sitzt auf dem Hippogriff und soll es durch einen Ringparcour fliegen. Der Flügelschlag muss zeitlich passend ausgelöst werden, nämlich genau dann, wenn der Vogel mit dem Flügel schlagen kann. Hochfrequentes Klicken führt dabei bestenfalls zu erratischem Verhalten und geht verloren, denn solange der vorherige noch nicht abgeschlossen ist, kann kein Klick zu erneutem Flügelschlag führen. Löst man jedoch den Flügelschlag nicht aus, so gleitet der Vogel langsam sinkend vor sich hin bis zum Boden. Man muss also das richtige Timing, den richtigen Rhythmus treffen, um den Vogel in der richtigen Höhe zur rechten Zeit durch die Ringe gleiten zu lassen.

In unserer ChairIO Version, gezeigt in Abb. 2, wird ein Flügelschlag ausgelöst durch einmaliges Auf- und Abbewegen auf dem Hocker. Die Richtung kontrolliert man wieder durch leichte Rotation des Sitzes. Man bewegt sich also selbst auf und ab während der Flügel geschlagen wird. Hierdurch kommt man in eine Art Bewegungsfluss, der ähnlich dem des Vogels selber ist. Man schwingt im Gleichtakt mit dem Vogel und hat dabei das volle sensorische Feedback vom Auf und Ab, welches durch Ausbreiten der Arme noch verstärkt werden kann. Sobald man sich in dieser Weise einmal in die behäbige Flugcharakteristik des Vogels eingeschwungen hat, stellt sich ein flow-ähnliches, harmonisches, reiches Erlebnis ein, fast, als würde man selber fliegen.

### 2.3 Die Benutzbarkeit

Die Beschreibung hat am Beispiel des ChairIO's aufgezeigt, was reichhaltiges Erleben in Bezug auf Interaktion mit Computern durch bewusste Einbeziehung von realer Welt meint. Nun kann eingewendet werden, dass in unserer auf Zielerfüllung ausgerichteten Gesellschaft vor der Benutzerzufriedenheit zuerst die Funktionalität sichergestellt sein muss, also das möglichst effektive und effiziente Lösen einer Aufgabe. Die ISO 9241-11 von 1998 beschreibt die Gebrauchstauglichkeit: Das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele *effektiv*, *effizient* und mit *Zufriedenheit* zu erreichen. Deshalb ist ein weiterer wichtiger Aspekt die Gebrauchstauglichkeit einer Schnittstelle in Bezug auf die Erfüllung der gestellten Aufgabe. Für das ChairIO haben wir in Benutzertests die Effektivität, Effizienz und Intuitivität der Schnittstelle überprüft und dabei nachweisen können, dass diese Schnittstelle selbst für Erstanwender sofort voll nutzbar war und diese ihre Aufgaben vollständig erledigen konnten. Ohne weitere Erklärung zur Funktionalität haben selbst Diejenigen, die zum ersten Mal auf einem ChairIO und in einer VR Welt waren, ohne Nachdenken komplexe Aufgaben gelöst, wie beispielsweise das Fahren um eine Säule bei gleichzeitigem Blick auf die Säule. Der Körper scheint intuitiv zu wissen, wie er sich bewegen muss. Das lässt sich möglicherweise so erklären,

dass man mit dieser Art der Steuerung auf implizit bekannte Bewegungs- und Steuerungsmuster zurückgreift, beispielsweise auf das Bewegen beim Laufen oder Sitzen. Weiterhin scheint der Mensch sich gerne in diese Art der Bewegung und deren Erlebnis hineinziehen zu lassen.

## 2.4 Diskussion

Das ChairIO ist ein gutes Beispiel dafür, dass es möglich ist, sowohl präzise und intuitive Steuerungen der virtuellen Welt, als auch ein reichhaltiges Erleben der Benutzer in der realen Welt erfolgreich zu kombinieren. Die Studie und die Aussagen vieler sehr erfahrener VR Benutzer deuten sogar darauf hin, dass diese Art Interface eine der intuitivsten Möglichkeiten bei der Navigation durch 3D Welten sein könnte.

Das motiviert, weiterhin in sensorisch reichhaltige Schnittstellen zu explorieren, deren reale Komponenten nicht in den Hintergrund gedrückt sondern bewusst eingesetzt werden, da diese gerade durch ihre voll-sensorische Reichhaltigkeit und ihren Wiedererkennungswert<sup>8</sup> ein großes Potential haben, auch intuitiv benutzbar sein zu können und dabei zusätzlich die Benutzer zufrieden oder sogar froh machen zu können.

## 3 Die GranulatSynthese – Steuerung eines interaktiven Tisches

Virtuelle Welten werden meist auf der Basis von Desktop Systemen oder immersiven Projektionssystemen diskutiert. Aktuelle Entwicklungen in der Informatik beziehen wieder verstärkt interaktive Tische ein, die bereits in den 90ern in Form der „Responsive Workbench“<sup>9</sup> für virtuelle Realitäten existierten, inzwischen aber als monografische Multi-Touch Tische Verbreitung finden.<sup>10</sup> Wenngleich die Möglichkeit der Interaktion mit einem TouchScreen dynamisch und intuitiv erscheint, so setzt sie dennoch den zuvor beschriebenen Trend fort, den Menschen und seine Aktivitäten nur auf Augen und Fingerspitzen zu reduzieren.

Deshalb stellt sich die Frage, wie auch bei dem Einsatz interaktiver Tische diese Reduktion überwunden werden könnte. Das im Folgenden vorgestellte künstlerische Projekt GranulatSynthese bietet dazu Ansätze.

### 3.1 Die Installation

Die „GranulatSynthese“ ist eine audio-visuelle-haptische Installation aus Vinylkörnern auf einem Rückprojektionstisch, wie in Abb. 3 zu sehen ist. Sie wurde

8 Vgl. Affordances in Gibson: The theory of affordances und Norman: Affordance, conventions, and design

9 Krüger/Fröhlich: The Responsive Workbench.

10 Han: Low-cost multi-touch.

mit dem Eurographics John Lansdown Award for Interactive Digital Art 2007 ausgezeichnet.<sup>11</sup> Bei diesem Interface dienen Vinylkörner als dreidimensionale Projektionsfläche und als Modelliermasse für eine aus haptischen und auditiven Komponenten bestehende Landschaft. Die Parameter zur Kontrolle des vom Computer errechneten audiovisuellen Inhalts resultieren aus der Größe und Form der offenen Tischoberfläche, d.h. aus den körnerfreien Flächen. Das Interface ist komplex in der realen und virtuellen Domäne: die Körner sind sowohl Interface mit akustischen, haptischen und spielerischen Eigenschaften als auch dreidimensionale Projektionsfläche. Zusätzlich erzeugen sie Geräusche in beiden Domänen: der vom Computer generierten und der realen. Indem der Nutzer aus dem Material heraus arbeitet, die Landschaft durch leichtes Klopfen glättet oder die Körner auf den Tisch fließen lässt, entstehen sowohl unterschiedliche reale, akustische und haptische Informationen als auch computergenerierte Geräusche, Musik und Bilder.

Das Arbeiten mit Körnern und granularem Material ist uns wohlbekannt, denn schon als Kinder haben wir Sandkästen und Strände durchwühlt und Sandkuchen, Burgen und ganze Landschaften gebaut. Der Sand eignet sich nicht nur als Baumaterial sondern bietet auch durch die haptischen Eindrücke einen speziellen Reiz. Die Eigenschaften des weich fließenden und dennoch formbaren haptischen Materials erklären die Freude am Spielen mit Sand und anderen feinkörnigen Stoffen. Es ist darüber hinaus bekannt, dass die taktile Stimulation einen positiven Einfluss auf das Lernen und die Entwicklung des Gehirns im Kindesalter und vermutlich darüber hinaus hat.

Bei der GranulatSynthese bewegt und formt der Nutzer das Material, indem er durch Anordnung von Materieansammlungen und freien Flächen eine Landschaft mit „Hügeln und Seen“ erschafft. Im Gegensatz zu der SandScape Metapher<sup>12</sup>, die den Sand zur Beschreibung einer dreidimensionalen Hügellandschaft verwendet, werden bei der GranulatSynthese Form, Größe und Position der freigelegten Tischoberfläche – also der „Seen“ – in eine Interface-Metapher integriert. Damit wird Form, Größe und Position einer freien Fläche zu einem eindeutigen, leicht reproduzierbaren Kontrollparameter zusätzlich zur Form der 3D Oberfläche.

Die Bilder unserer Installation werden von unten auf die Rückseite einer halbtransparenten Tischoberfläche projiziert. Das verwendete Vinyl-Granulat selbst ist durchsichtig, wirkt aber durch seine unterschiedliche Materialdicke bei der Modellierung der halbdurchsichtigen Oberfläche auf die von unten projizierten Bilder: freie Flächen zeigen deutlichere Bilder, wogegen bedeckte Bereiche verschwommener dargestellt werden. Die Installation erhält zusätzlich

11 Vgl. Duce: Computer Graphics Forum 26 [2007] und Beckhaus/Schröder-Kroll/Berghoff: Back to the sandbox

12 Ishii et al.: Bringing Clay and Sand into Digital Design

eine geheimnisvolle Komponente durch das leicht verschwommene, gefilterte, aber dennoch erkennbare Bild, sichtbar in Abb. 3.

### 3.2 Das Erlebnis

Der Erlebnischarakter dieser Schnittstelle liegt im Ineinandergreifen von real und virtuell und seiner Kombination von akustischen, visuellen, haptischen und kinästhetischen Reizen. Das vorgestellte Interface verfügt über vielfältige sensorische Komponenten in der realen Domäne, die durch virtuelle Inhalte bereichert werden. In der realen Domäne sorgt die geschaffene Körnerlandschaft für einen visuellen Eindruck, der an japanische Zen-Felsengärten und Sandkisten aus Kindertagen erinnert. Der vom Computer erzeugte Inhalt verbindet sich mit dieser Landschaft zu einem einzigen visuell-akustischen Bereich und einer „glühenden“ Landschaft. Die echten Geräusche und der virtuelle Klangbereich vermischen sich zur Audiolandschaft und die projizierten Bilder verändern das Erscheinungsbild der realen Granulatlandschaften. Natürlich ist die Wirkung abhängig von den Eigenschaften der verwendeten Materialien. Andere Körnermaterialien, zum Beispiel Reis, verändern das besprochene Erscheinungsbild und vermitteln andere haptische Erfahrungen. Die Verwendung von duftenden Körnern, beispielsweise Kaffeebohnen ist möglich, und würde das Erlebnis um eine olfaktorische Komponente bereichern. Mit Geleekörnern könnte man sogar eine geschmackliche Komponente hinzufügen und zu einer essbaren Version der GranulatSynthese kommen. Diese Variante wäre allerdings hygienisch äußerst fragwürdig. Als Sushi Essplatz, mit angerichteten Sushi Teilen auf der gläsernen Tischplatte, wurde der Tisch jedoch bereits erfolgreich und hygienisch unbedenklich eingesetzt. Dies ist in Abb. 4 zu sehen, eine Tischprojektion ganz ohne Granulat und nur mit den visuell-auditiven und geschmacklichen Komponenten.

Der Spaß am Arbeiten mit der Granulatlandschaft ist einer der Hauptaspekte des Interface. Das Berühren der Körner ist eine höchst haptische Erfahrung und ähnelt der Berührung von Reiskörnern oder Kaffeebohnen. Auch ihre akustischen Eigenschaften sind vergleichbar. Das Material ist einerseits hart genug, um klare Geräusche zu erzeugen wenn es auf den Tisch geschüttet wird, andererseits fühlt es sich angenehm und warm an. Es animiert den Nutzer, die Hände durch die Körner wandern zu lassen und Hügel oder freie Flächen zu modellieren, was wiederum Geräusche erzeugt. Die Installation/Schnittstelle lädt zum Spielen mit den Körnern wie in einem Sandkasten ein. Tiefere Aspekte der Arbeit mit ihrem Potenzial als akustisches, musikalisches und bildgenerierendes Gerät können beim Ausprobieren entdeckt werden.

Das Schnittstelle stellt dem Nutzer implizite Kommunikationsmöglichkeiten mit der Installation und mit anderen Nutzern zur Verfügung. Da die Schnittstelle die gesamte Installation umfasst und nicht nur ein Benutzer ein einziges Kontrollinstrument in der Hand hält, kann jeder um den Tisch stehende Besucher

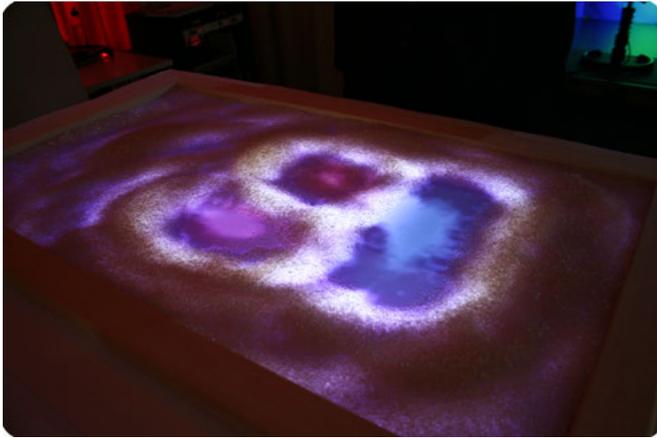


Abbildung 3: Die GranulatSynthese, eine audio-visuelle-haptische Installation, ein interaktiver musikalischer Sandkasten

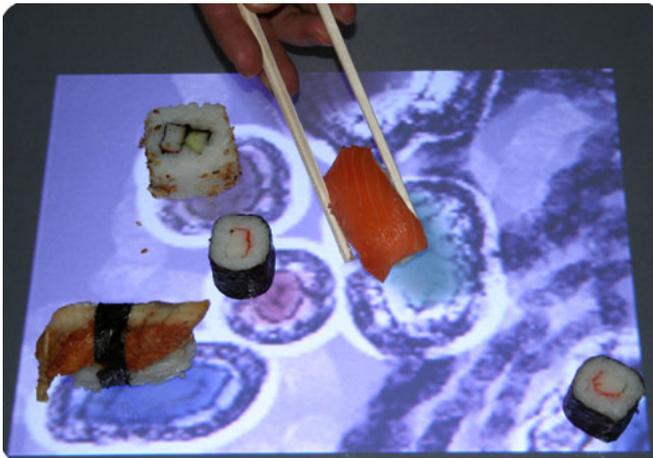


Abbildung 4: Die SushiSynthese. Ein audio-visuell-gustatorisches Erlebnis, bei dem Teile der Schnittstelle verzehrt werden können und die audio-visuelle Landschaft sich dadurch kontinuierlich verändert

jederzeit in die Installation eingreifen und kooperativ mit den Anwesenden die Installation verändern. Die Kontrollparameter in dieser Installation sind nicht explizit und präzise dargestellt, sondern mit Intuition zu entdecken.

Benutzer treten häufig einfach zurück, um die Weiterentwicklung ihres audiovisuellen Kunstwerks oder das anderer Mitnutzer zu beobachten. Manche Besucher vertiefen sich selbstvergessen in das Spiel mit den Körnern, auch dann, wenn die Installation überhaupt nicht angeschaltet ist.

### 3.3 Anwendungen und Interaktionsmetaphern

Die GranulatSynthese-Installation bietet dem Benutzer den Rahmen zu Entdeckungen und kreativer Gestaltung. Die meisten Aspekte der jetzigen Installation sind sehr meditativ, der Besucher wird angeregt zu pausieren, um die Klangbilder auf sich wirken zu lassen. Die Installation verfügt jedoch auch erkennbar über Potenzial in weiteren Einsatzbereichen: als spielerisches und erforschendes Interface mit interaktiven Inhalten beim Geschichtenerzählen, als echtes musik- und klängeproduzierendes Gerät, das sowohl physisch Klang erzeugt durch das verwendete Material als auch elektronisch durch die gesteuerten Parameter, oder als Modellierungswerkzeug von kontinuierlichen Parametern auf einer Fläche.

Die besprochene Schnittstelle wurde als künstlerische Installation entwickelt und vorgestellt, um neue Interaktionsideen auszuprobieren, deren Zugänglichkeit und Anziehungskraft zu überprüfen und um die Steuerbarkeit digitaler und kontinuierlicher Parameter zu testen. Dabei lassen sich direkt drei neue, auch allgemeingültige Interaktionsparadigmen für Tische erkennen, die mit vorherigen Schnittstellen nicht einfach möglich waren: Formbasierte, Mengenbasierte und Flächenbasierte Interaktion.<sup>13</sup>

#### Formbasierte Interaktion

Die Formbasierte Interaktion wurde bereits in der GranulatSynthese Installation eingesetzt. Die Form eines „Sees“ hat für den Computer eine Bedeutung. Auch Position und Größe dieser Form hat Bedeutung. Formen können vordefiniert sein oder frei umgesetzt werden. Abb. 5 zeigt sechs einfache mögliche Formen, von Schlangenlinie, über senkrechte, dreieckige, flache, runde, bis hin zur unregelmäßigen Form.

#### Mengenbasierte Interaktion

Bei der Mengenbasierten Interaktion werden die Regler aus der traditionellen Menüwelt über die auf ihnen liegende Menge an Granulat gesteuert. Am Beispiel eines Schiebereglers, verdeutlicht Abb. 6 das Konzept, das auf zweierlei Art

<sup>13</sup> engl.: Shape-based, Amount-Based and Area-Based Interaction



Abbildung 5: Formbasierte Interaktion: sechs Beispiele möglicher Formen

eingesetzt werden kann: der *maximale Wert* wird entweder bei *komplett freigelegtem* Regler oder bei *komplett bedecktem* Regler angezeigt. Die Abbildung zeigt den ersten Fall.

### Flächenbasierte Interaktion: Granulinge – das Spiel

Eine besondere Ausprägung der Formbasierten Interaktion wurde in dem interaktiven Spiel „Granulinge“ auf der Tischoberfläche eingesetzt: die Flächenbasierte Interaktion. Bei dem Spiel definieren die freigelegten Flächen der Tischoberfläche die aktuelle Spielfläche und granulatsbedeckte Flächen die Hindernisse.

„Granulinge“, Lemming-artige kleine Geschöpfe, müssen von ihrem Startpunkt aus über die granulatsfreie Tischoberfläche zu einem vordefinierten Ziel gelangen. Sie bewegen sich stur geradeaus und ändern nur ihre Richtung, wenn sie an die Ränder der Fläche treffen. Sie werden dann wie ein Lichtstrahl auf einem Spiegel abgelenkt. Monster erscheinen unerwartet an verschiedenen Punkten der Spielfläche und fressen die dort vorbeikommenden Granulinge.

Die Benutzer gestalten das Spielfeld selbst, sodass sie den Weg der Granulinge bestimmen, die Grenzen der freien Flächen geschickt für ihre Ablenkung nutzen und einen freien Weg zum Ziel schaffen können. Gleichzeitig können diese freien Flächen jedoch auch von den Monstern erreicht werden. Die Aufgabe der Spieler ist nun das Spielfeld dynamisch so umzustrukturieren, dass die Granulinge zum Ziel gelangen, ohne von den Monstern gefressen zu werden, was man durch Ausgrenzung der Monster vom Spielfeld erreicht. Diese Art der Interaktion ist möglich, weil alle Benutzer gleichzeitig und sehr einfach an der Repräsentation des Spielfeldes arbeiten können.

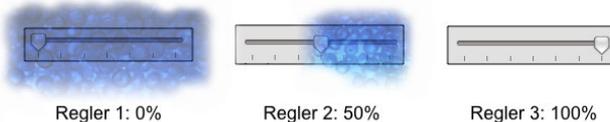


Abbildung 6: Mengenbasierte Interaktion: Reglerwerte entsprechen dem Grad der Bedeckung

Interessant bei diesem Spiel ist es, dass sich mehrere Spieler zusammen an dem Spiel und der Rettung der Lemminge beteiligen können. Wir haben in verschiedenen öffentlichen Demonstrationen wiederholt beobachten können, dass diese Art der Interaktion durch ihre Zugänglichkeit und Einfachheit unbeteiligte Zuschauer zu dynamischen Rettungsaktionen aktiviert hat, die zuvor passiv in zweiter Reihe standen.

### 3.4 Diskussion

Mit den hier vorgestellten ersten Anwendungen und Interaktionsparadigmen, zeigt sich die mit der GranulatSynthese Installation eingeführte Computerschnittstelle als ein Mittel, neue Möglichkeiten der Interaktion mit dem Computer zu entwickeln und neuartige Paradigmen zur intuitiven Kontrolle von Parametern eines Computers einzusetzen. Die hier vorgestellten Möglichkeiten haben bei Weitem nicht die Präzision, die man von klassischen Eingabemöglichkeiten gewohnt ist, dennoch bieten sie neue Dimensionen in der Art wie Parameter kontrolliert und erlebt werden können. Sie bringen die Steuerung des Computers in den realen Raum und geben den aktuellen Entwicklungen im Bereich der taktilen, be-greifbaren Schnittstellen<sup>14</sup> neue Impulse.

## 4 Fazit

Computerschnittstellen sind üblicherweise so konzipiert, dass sie hinter der zu erfüllenden Aufgabe verschwinden. Sie sollen die Handlungen der Nutzer innerhalb der digitalen Domäne unterstützen, indem diese weder erkannt noch überhaupt als Teil der Anwendung gesehen werden. Die Forschung fokussiert auf eine Entwicklung rein virtueller Welten und auf eine Steuerung durch funktionale, aber stark reduzierte Eingabegeräte.

Aus der Perspektive des Menschen schlagen wir vor, reichhaltigere Abbildungsmöglichkeiten der virtuellen Welt zur Verfügung zu stellen und die reale Welt stärker und aktiv in die Schnittstelle zur virtuellen Welt einzubeziehen. Jüngste Fortschritte in der Mensch-Computer-Interaktion haben den Interaktionsraum durch die Integration von Eingabe und Ausgabe in die Domäne bereichert. In Augmented Reality-, Table Top- und Tangible Interface-Ansätzen gehen die visuelle Projektionsoberfläche und der Interaktionsraum ineinander über, indem sie eine enge Bindung miteinander eingehen. Statt die virtuelle Welt durch ein Schlüsselloch zu betrachten, ermöglichen solche, die multisensorischen Eigenschaften realer Objekte dafür zu nutzen, dem Menschen wieder ein reichhaltigeres und freudvolleres Erleben in seiner täglichen

---

14 Vgl. auch die Diskussion neuer Interaktionsmodelle am Beispiel der tangible user interfaces in Ullmer/Ishii: tangible user interfaces.

Arbeit und im Erfahren virtueller Welten zu ermöglichen. Wir glauben, dass sich durch diesen Ansatz gleichzeitig viele neue Möglichkeiten für höchst intuitive Mensch-Computer-Schnittstellen automatisch ergeben werden, eine der Grundvoraussetzungen dafür, dass virtuelle Welten überhaupt in Museen und in öffentlichen unbetreuten Installationen eingesetzt werden können.

## Danksagung

Die Entwicklung der hier beschriebenen Projekte ist nur durch das Zusammenwirken verschiedener Personen möglich gewesen, denen ich sehr dafür danken möchte: Kristopher J. Blom, Matthias Haringer, Roland Schröder-Kroll, Martin Berghoff und ebenso den Studierenden der „Interaktive Medien“ Veranstaltung 2007/2008, in der neue mögliche Interaktionsmetaphern mit der GranulatSynthese untersucht wurden und das „Granulinge“ Spiel entwickelt wurde.

## Literatur

- aeris-Impulsmöbel GmbH: Der Swopper™, <http://www.aeris.de> letzter Zugriff: Dez, 2008.
- Beckhaus, Steffi/Blom, Kristopher J./Haringer, Matthias: A new gaming device and interaction method for a First-Person- Shooter, in: Computer Science and Magic 2005, GC Developer Science Track, Leipzig, Germany 2005.
- Beckhaus, Steffi/Blom, Kristopher James/Haringer, Matthias; Carsten Röcker, Carsten Magerkurth und (Hrsg.): Kap. 10 In ChairIO – the Chair-Based Interface, Shaker 2007, 231–264.
- Beckhaus, Steffi/Schröder-Kroll, Roland/Berghoff, Martin: Back to the sandbox: playful interaction with granules landscapes, in: TEI '08: Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction, New York, NY, USA: ACM 2008, ISBN 978–1–60558–004–3, 141–144.
- Duce, David: The John Lansdown Award 2007, in: Computer Graphics Forum, 26 2007, Nr. 4, 858–859.
- Gibson, James J.; Shaw, Robert/Bransford, John (Hrsg.): The theory of affordances, Hillsdale, N.J.: Erlbaum 1977, 67–82.
- Han, Jefferson Y.: Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection, in: UIST '05: Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology, New York, NY, USA: ACM 2005, ISBN 1–59593–271–2, 115–118.

Ishii, Hiroshi et al.: Bringing Clay and Sand into Digital Design — Continuous Tangible user Interfaces, in: BT Technology Journal, 22 2004, Nr. 4, 287–299, ISSN 1358–3948.

Krüger, Wolfgang/Fröhlich, Bernd: The Responsive Workbench, in: IEEE Computer Graphics and Applications, 14 1994, Nr. 3, 12–15, ISSN 0272–1716.

Norman, Donald A.: Affordance, conventions, and design, in: interactions, 6 1999, Nr. 3, 38–43, ISSN 1072–5520.

Rubin, Jeffrey; Hudson, Theresa (Hrsg.): Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests, New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc. 1994, ISBN 0471594032.

Ullmer, Brygg/Ishii, Hiroshi: Emerging frameworks for tangible user interfaces, in: IBM Systems Journal, 39 2000, Nr. 3-4, 915–931, ISSN 0018–8670.